

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
5 juin 2003 (05.06.2003)

PCT

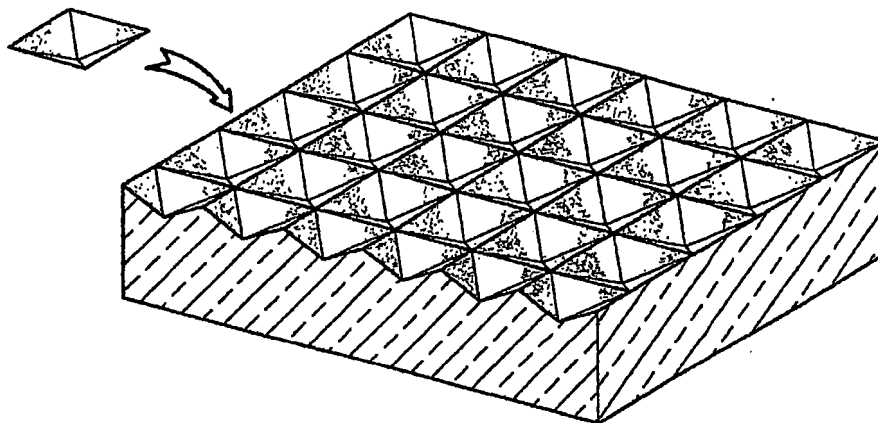
(10) Numéro de publication internationale
WO 03/046617 A1

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : G02B 5/04 (71) Déposants et
(21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR02/03964 (72) Inventeurs (pour tous les États désignés sauf US) :
(22) Date de dépôt international : 20 novembre 2002 (20.11.2002) DOEGE, Thomas [DE/DE]; Josef-Artz-Str. 6, 52249
(25) Langue de dépôt : français Eschweiler (DE). NEANDER, Marcus [DE/DE]; Dohlen-
(26) Langue de publication : français weg 12, 52223 Stolbert (DE). PRAT, Aurélie [FR/FR];
(30) Données relatives à la priorité : 8, rue Aristide Briand, F-92300 Levallois Perret (FR).
01/15352 28 novembre 2001 (28.11.2001) FR BAYOUT, Patrick [FR/FR]; 30, rue Jean Bouin, F-93220
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SAINT- Gagny (FR).
GOBAIN GLASS FRANCE [FR/FR]; 18, avenue d'Al-
sace, F-92400 Courbevoie (FR). (74) Mandataire : SAINT-GOBAIN RECHERCHE; 39,
quai Lucien Lefranc, F-93300 Aubervilliers (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: TEXTURED TRANSPARENT PLATE WITH HIGH LIGHT TRANSMISSION

(54) Titre : PLAQUE TRANSPARENTE TEXTURÉE A FORTE TRANSMISSION DE LUMIÈRE



(57) Abstract: The invention concerns a textured transparent plate arranged proximate to an element capable of collecting or emitting light, said plate being textured on at least one of its surfaces with a plurality of embossed geometrical patterns such as pyramids or cones. The plate which may be made of glass provides excellent light transmission for all light orientations. The plate can be associated with a photoelectric cell in particular made of polycrystalline silicon, and can also be used as light diffuser in particular for liquid crystal display panels or plasma lamps.

(57) Abrégé : L'invention concerne une plaque transparente texturée placée à proximité d'un élément capable de collecter ou d'émettre de la lumière, ladite plaque étant texturée sur au moins une de ses faces par une pluralité de motifs géométriques en relief comme des pyramides ou des cônes. La plaque, pouvant être en verre, procure une excellente transmission de la lumière pour toutes les orientations de la lumière. La plaque peut être associée à une cellule photoélectrique notamment en silicium polycristallin, et également servir de diffuseur de lumière notamment pour les écrans à cristaux liquides ou les lampes à plasma.

WO 03/046617 A1

enseigne que le plus simple est une structure « random » mais qu'une telle structure est susceptible de retenir la poussière. Une couche transparente ayant une structure en V avec des lignes parallèles s'étendant tout le long de la cellule est préconisée.

La demande de brevet français n°0008842 enseigne la formation par CVD de couches présentant des excroissances comme des cônes ou des colonnes perpendiculaires au plan principal du substrat en verre, et ce afin de constituer un état de surface hydrophobe/oléophobe.

Le FR2792628 enseigne un substrat hydrophobe/oléophobe ou hydrophile/oléophile présentant un relief comprenant un niveau haut et un niveau bas de surface sur une hauteur de 0,01 à 10 μm .

Le WO98/23549 enseigne un substrat à propriétés hydrophiles ou hydrophobes comportant en tant qu'irrégularités de surface des bosses et creux aux dimensions submicroniques. Cette surface peut être munie d'un agent photocatalytique tel que l'oxyde de titane, au moins partiellement cristallisé (de type anatase).

Le EP0493202 enseigne la réalisation de vitrages diffusants par laminage à chaud imprimant un relief de cratères pyramidaux à base hexagonale ou carré. La lumière transmise est répartie régulièrement de sorte que l'on ne distingue à l'oeil nu aucune structure lorsque le vitrage est éclairé à une distance inférieure à six mètres. Les motifs s'inscrivent dans des cercles de diamètre compris entre 0,5 et 1,7 mm.

La plaque transparente selon l'invention comprend, sur au moins une de ses surfaces une pluralité de motifs géométriques en relief, concaves et/ou convexes par rapport au plan général de la face texturée de la plaque. Les deux côtés de la plaque peuvent présenter de tels motifs.

La plaque transparente texturée selon l'invention permet d'augmenter la transmission grâce à deux principes. D'une part, la réduction de la réflexion sur sa face texturée est obtenue par des réflexions multiples sur la surface qui offrent à la lumière un nombre de possibilités plus importantes de rentrer dans la plaque. De plus, la lumière a des angles d'incidence plus faibles sur les faces des motifs pour des rayons lumineux qui auraient eu des angles d'incidence élevés sur une surface plane. Par exemple avec une pyramide de demi-angle au sommet 45° , les rayons qui seraient arrivés avec un angle d'incidence variant entre 0 et 90° sur une surface

plane rencontrent la surface de la texture avec un angle d'incidence entre -45° et $+45^\circ$. Comme le domaine des angles élevés (plus on s'approche de 90°) favorise la réflexion, le remplacement du domaine 0 à 90° par le domaine -45° à $+45^\circ$ s'accompagne d'une diminution sensible de la réflexion. D'autre part, la lumière réfléchie après son entrée dans la plaque est piégée par réflexion sur les faces des motifs et une plus grande partie de la lumière est transmise à travers la plaque. Les pertes en réflexion sont ainsi beaucoup plus faibles.

La surface desdits motifs comprend au moins deux points tels que les deux plans perpendiculaires au plan général de la face texturée de la plaque, et tels que chacun d'eux contient l'une des deux droites perpendiculaires à ladite surface et passant par l'un desdits deux points, ne sont pas parallèles, c'est-à-dire sont sécants. Ces deux plans peuvent par exemple être perpendiculaires entre eux. De préférence, ces deux points peuvent se situer tous deux sur une zone plane de la surface du motif. La figure 1 illustre ce que l'on entend par ces points et plans. Cette figure 1 représente un motif 1 ayant la forme d'une pyramide régulière à base carrée venant en excroissance par rapport au plan général 2 de la face texturée de la plaque. Dans le cadre de la présente demande, on appelle « pyramide régulière », une pyramide dont toutes les faces sont planes et identiques. On voit que la pyramide comprend bien au moins deux points 3 et 4 tels que les plans 5 et 6 perpendiculaires au plan général 2 de la face texturée de la plaque et qui contiennent respectivement les droites 7 et 8 normales à la surface des motifs aux points 3 et 4, ne sont pas parallèles. Dans le cas d'une telle pyramide régulière à base carrée, ces deux plans 5 et 6 sont même perpendiculaires entre eux.

Ainsi, l'invention concerne également un ensemble comprenant une plaque transparente texturée et un élément capable de collecter ou d'émettre de la lumière, la distance entre ladite plaque et ledit élément étant généralement au plus de 5 mètres, ladite plaque étant texturée sur au moins une de ses faces par une pluralité de motifs géométriques en relief par rapport au plan général de ladite face, la face texturée étant placée du côté de la réception de la lumière (c'est-à-dire du côté de la source de lumière), la surface desdits motifs comprenant chacun au moins deux points tels qu'il existe deux plans sécants entre eux contenant chacun l'un desdits deux points et réunissant les deux conditions suivantes :

- a) ces plans sont tous deux perpendiculaires au plan général de la face texturée de la plaque, et
- b) ces plans contiennent chacun l'une des deux droites perpendiculaires à ladite surface et passant par l'un desdits deux points.

Ces conditions sont forcément remplies pour un motif en forme de cône ou de pyramide. Ces conditions ne sont pas remplies dans le cas des motifs linéaires en V de l'art antérieur.

De préférence, les points par lesquels passent les plans sécants se trouvent sur des surfaces planes, par exemple des faces planes d'une pyramide. Un cône ne présente pas de surface plane. Généralement, les motifs se terminent en pointe, comme c'est le cas pour un cône ou une pyramide, c'est-à-dire que le point du motif le plus éloigné du plan général de la plaque est le sommet d'une pointe.

La surface desdits motifs peut comprendre au moins trois points tels que les différents plans perpendiculaires au plan général de la face texturée de la plaque, et tels que chacun d'eux contient l'une des trois droites perpendiculaires à ladite surface et passant par l'un desdits trois points, ne sont pas parallèles. De préférence, ces trois points peuvent se situer tous deux sur une zone plane de la surface du motif. On est en particulier dans ce cas si le motif est une pyramide régulière dont la base (comprise dans le plan général de la face texturée de la plaque) est un triangle équilatéral.

Les motifs rejoignent le plan général de la face texturée de la plaque par une base, ladite base pouvant s'inscrire à l'intérieur d'un cercle dont le diamètre est généralement inférieur à 10 mm, voire inférieur à 7 mm. De préférence, le plus petit cercle pouvant contenir la base de l'un desdits motifs présente un diamètre d'au maximum 5 mm, notamment allant de 0,001 mm à 5 mm, par exemple allant de 1 à 5 mm.

Le plan général de la face texturée de la plaque est le plan contenant les points de la face texturée n'appartenant pas aux motifs (situés entre les motifs) ou les points de la face texturée en marge des motifs (notamment les points de jonction de motifs jointifs).

Généralement, le point du motif le plus éloigné du plan général de la face texturée de la plaque est distant dudit plan d'une distance allant de $0,1 D$ à $2 D$, D

représentant le diamètre du plus petit cercle contenu dans le plan général de la face texturée de la plaque et pouvant contenir la base dudit motif.

Les motifs peuvent par exemple avoir la forme de cône ou de pyramide à base polygonale comme triangulaire ou carrée ou rectangulaire ou hexagonale ou octogonale, lesdits motifs pouvant être convexes, c'est-à-dire venant en excroissance par rapport au plan général de la face texturée de la plaque, ou être concaves, c'est-à-dire venant en creux dans la masse de la plaque.

Pour le cas où les motifs ont la forme de cône ou de pyramide, on préfère que tout demi-angle au sommet dudit cône ou de ladite pyramide soit inférieur à 70° , et de préférence soit inférieur à 60° , par exemple aille de 25° à 50° . Une valeur particulièrement adaptée est 45° , notamment lorsque la surface texturée est en contact avec l'air, car cette valeur combine bien les deux propriétés « antireflet » et « piégeage de la lumière ».

Dans le cas d'un cône, le demi-angle au sommet, non nul, est l'angle entre d'une part la droite perpendiculaire à la plaque passant par le sommet du cône et d'autre part la surface conique du cône. Dans le cas d'une pyramide, un demi-angle au sommet, non nul, est l'angle entre d'une part la droite perpendiculaire à la plaque passant par le sommet de la pyramide et d'autre part la bissectrice de l'angle au sommet de l'une des faces de ladite pyramide. Le demi-angle au sommet alpha est représenté sur la figure 2 pour un motif en forme de cône et de pyramide à base triangulaire ou carrée. Ces valeurs d'angle sont valables que le cône ou la pyramide soit concave ou convexe. Si la pyramide a comme base un polygone régulier (polygone dont tous les côtés sont de même longueur), il n'y a qu'une seule valeur de demi-angle au sommet. Si la pyramide a comme base un polygone irrégulier comme un rectangle, il y a plusieurs demi-angles au sommet, et dans ce cas, on cherche à ce que tous les demi-angles au sommet aient les valeurs précédemment données.

De préférence, les motifs sont le plus proche possible les uns des autres, et ont par exemple leurs bases distantes de moins de 1 mm, et de préférence de moins de 0,5 mm.

De manière encore préférée, les motifs sont jointifs. Des motifs sont dit jointifs lorsqu'ils se touchent en au moins une partie de leur surface. Des cônes peuvent

être jointifs si les cercles qui constitue leur base se touchent. On préfère que les motifs soient jointifs car ainsi la surface de la plaque est plus texturée et la transmission lumineuse est encore améliorée. Certains motifs ne permettent pas une jonction totale entre les motifs. C'est notamment le cas lorsque le motif est un cône, puisque même si les cercles des bases des cônes se touchent, il reste une certaine surface entre les cercles n'appartenant pas aux motifs. Par jonction totale, on entend le fait que le contour de la base d'un motif fait également entièrement partie des contours de ses motifs voisins. Certains motifs peuvent être totalement jointifs, de sorte que l'intégralité de la surface de la plaque fasse partie d'au moins un motif. En particulier, des pyramides à base carrée ou rectangulaire ou hexagonale peuvent être totalement jointives si elles sont identiques. Dans le cas de bases carrées (voir figure 3) ou rectangulaires, il convient également que lesdites bases soient alignées pour que les motifs soient totalement jointifs. Dans le cas de bases hexagonales, il convient que lesdites bases forment un nid d'abeille.

La figure 3 représente une plaque texturée présentant à sa surface un ensemble de motifs concaves alignés et totalement jointifs, lesdits motifs ayant la forme de pyramides à base carrée.

Les motifs peuvent être en partie concaves et en partie convexe, comme un exemple est donné sur la figure 4.

La plaque peut par exemple être entièrement en verre. Elle peut également être en un polymère thermoplastique tel qu'un polyuréthane ou un polycarbonate ou un polyméthacrylate de méthyle. Elle peut également être réalisée en deux matières, par exemple par association d'une plaque de verre dont les deux surfaces sont planes et parallèles et d'une plaque ou d'un film en polymère apportant les motifs en relief fixée sur ladite plaque en verre. Dans le cas de ce genre d'association verre / polymère, on peut coller le polymère sur le verre, de préférence avec une colle présentant un indice de réfraction voisin de celui du verre et du polymère, pouvant notamment être compris entre 1,5 et 1,54.

De préférence, l'essentiel de la masse (c'est-à-dire pour au moins 98 % en masse), voire la totalité de la plaque est constituée de matériau(x) présentant la meilleure transparence possible et ayant de préférence une absorption linéique inférieure à $0,01 \text{ mm}^{-1}$ dans la partie du spectre utile à l'application, généralement le

spectre allant de 380 à 1200 nm. On est notamment dans ce cas lorsque la plaque est constituée d'un tel matériau, le cas échéant munis d'une ou plusieurs couches minces du type diffusante ou barrière à certaines longueurs d'onde ou anti-salissure ou conductrice et décrites plus en détail par la suite. De préférence, cette absorption linéique est d'autant plus faible que l'épaisseur de matériau est élevée pour conserver une transmission lumineuse la plus importante possible.

Dans le cas de l'utilisation d'un verre pour entrer dans la composition de la plaque, on utilise de préférence un verre extra-clair, c'est-à-dire un verre présentant une absorption linéique inférieure à $0,008 \text{ mm}^{-1}$ dans le spectre des longueurs d'ondes allant de 380 à 1200 nm. Ainsi, si la plaque comprend un verre, celui-ci présente de préférence une absorption linéique inférieure à $0,008 \text{ mm}^{-1}$ dans le spectre des longueurs d'ondes allant de 380 à 1200 nm. La masse de la plaque peut être essentiellement (c'est-à-dire pour au moins 98 % en masse), voir entièrement, constituée d'un tel verre. On est notamment dans ce cas lorsque la plaque est constituée d'un tel verre, le cas échéant munis d'une ou plusieurs couches minces du type diffusante ou barrière à certaines longueurs d'onde ou anti-salissure ou conductrice et décrites plus en détail par la suite.

La plaque selon l'invention peut avoir une épaisseur totale allant de 0,5 à 10 mm. Lorsqu'on l'utilise comme plaque protectrice d'une cellule photo-électrique, la plaque a de préférence une épaisseur totale allant de 2 à 6 mm. Lorsqu'on l'utilise comme diffuseur de lumière, la plaque a de préférence une épaisseur totale allant de 1,5 à 4,5 mm.

La plaque selon l'invention peut être munie d'un revêtement antireflet placé du côté de la surface texturée et/ou du côté de la surface non texturée. Un tel revêtement antireflet peut par exemple être tel que décrit dans la demande PCT/FR01/01735 et obtenue de façon connue de l'homme du métier par exemple par dépôt par pulvérisation cathodique, de préférence assistée par champ magnétique, sur le verre. On préfère faire le dépôt du revêtement après avoir donné sa texturation à la plaque.

La plaque texturée selon l'invention trouve de nombreuses applications, notamment en combinaison avec un élément capable de collecter ou d'émettre la lumière et dont elle est située à au plus 5 m, et plus généralement à moins de 50

cm, voire en contact direct avec lui. Au moins une face texturée de la plaque selon l'invention est placée du côté de la source de lumière. Ainsi, dans l'ensemble selon l'invention, la distance entre la plaque transparente texturée et l'élément capable de collecter ou d'émettre de la lumière, peut également être suivant le cas, inférieure à 15 cm, voire inférieure à 3 cm, voire allant de 0 à 10 mm, voire allant de 0 à 5 mm.

Les cellules photo-électriques, lorsqu'elles ne sont pas recouvertes par une plaque transparente sont soumises aux diverses agressions de leur environnement (poussières, atmosphère corrosive, intempéries, etc). La plaque selon l'invention peut être posée ou fixée directement sur la surface (généralement en silicium monocristallin ou polycristallin ou en silicium recouvert d'une couche anti-reflet comme en nitrure de silicium) d'une telle cellule de façon d'une part à la protéger des agressions extérieures, et d'autre part de façon à transmettre à la surface collectrice de lumière une quantité plus forte de lumière. Notamment, la plaque selon l'invention peut être posée sur une cellule photoélectrique comprenant un substrat en silicium polycristallin. La surface collectrice de lumière de la cellule peut également être texturée, par exemple par des pyramide concaves, c'est-à-dire en creux dans la surface du silicium, notamment lorsqu'il s'agit de silicium monocristallin. La plaque selon l'invention peut également être fixée sur la cellule par l'intermédiaire d'une couche d'un copolymère de l'éthylène et de l'acétate de vinyle (EVA) ou d'un polyvinylbutyral (PVB) ou d'un polyuréthane (PU) ou de tout polymère adapté. La présence de ce polymère permet de fixer la plaque sur la cellule et de plus évite la présence d'air entre la plaque et la cellule. La cellule peut avoir à sa surface une couche anti-reflet, généralement en nitrure de silicium.

La plaque selon l'invention peut également être placée sur le trajet de la lumière d'un collecteur solaire. Un collecteur solaire a pour fonction de collecter la lumière dans un but de chauffage. Dans ce cas, l'élément collectant la lumière (généralement de couleur noire) et la transformant en chaleur est placé derrière la plaque selon l'invention par rapport au trajet de la lumière. La distance entre la plaque et la surface collectrice de lumière peut généralement être inférieure à 15 cm, et de préférence inférieure à 3 cm.

La plaque selon l'invention peut également servir de diffuseur optique avec une transmission lumineuse importante. Dans ce cas, la plaque selon l'invention est

placée devant une source de lumière et sa fonction est d'en homogénéiser la luminance. La distance entre la source de lumière et la plaque selon l'invention peut par exemple aller de 0 à 10 mm voire de 0 à 5 mm. Pour cette application, il est possible d'appliquer sur la face de la plaque opposée à celui de la source de lumière une couche diffusant la lumière. Cette couche diffusante peut par exemple être en alumine. Dans cette application, la texturation permet d'améliorer la transmission lumineuse du diffuseur tout en conservant voire même améliorant ses propriétés de diffusion. Notamment, la plaque selon l'invention peut servir de diffuseur de lumière lorsqu'elle est placée entre la source de lumière d'un écran LCD (de l'anglais « liquid crystal display ») et ledit écran LCD. Egalement, la plaque selon l'invention peut servir de diffuseur de lumière lorsqu'elle est placée devant une lampe plane à décharge plasma. La plaque est généralement distante de la lampe à plasma de 0 à 5 mm.

La plaque selon l'invention peut également servir d'écran pour une image projetée, les spectateurs se trouvant par rapport à la plaque du côté opposé à l'appareil de projection. Ici également, au moins une face texturée de la plaque se trouve du côté de l'appareil projetant la lumière. Pour cette application, il est préférable d'appliquer une couche diffusant la lumière du côté « spectateurs » de la plaque. Cette couche diffusante peut par exemple être en alumine. Généralement, la plaque selon l'invention est distante de l'appareillage de projection de moins de 10 m, et plus généralement de moins de 5 m. Dans cette application, l'élément de l'ensemble selon l'invention est un projecteur d'image.

Suivant l'application visée, il est possible d'appliquer sur la face de la plaque la mieux appropriée au moins une couche conférant à celle-ci une propriété particulière. Notamment, on peut appliquer une couche faisant barrière à certaines longueurs d'ondes, par exemple dans les ultra-violets. On peut également appliquer sur la plaque, de préférence au moins du côté directement dans l'air ambiant, une couche anti-salissure comme une couche de TiO_2 , notamment une couche faisant l'objet de la demande de brevet EP 1087916, ou une couche anti-salissure en SiO_2 ou oxycarbure de Si ou oxynitride de Si ou oxycarbonitride de Si comme décrit dans WO 01/32578.

La texturation peut être réalisée par laminage (« cast » en anglais),

1/2

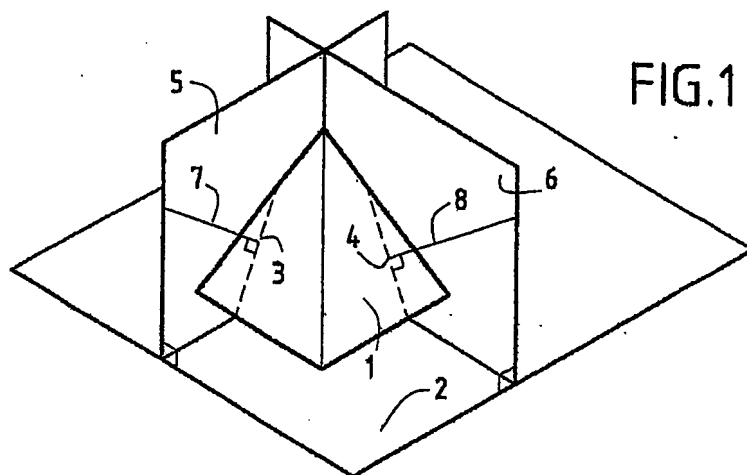


FIG. 1

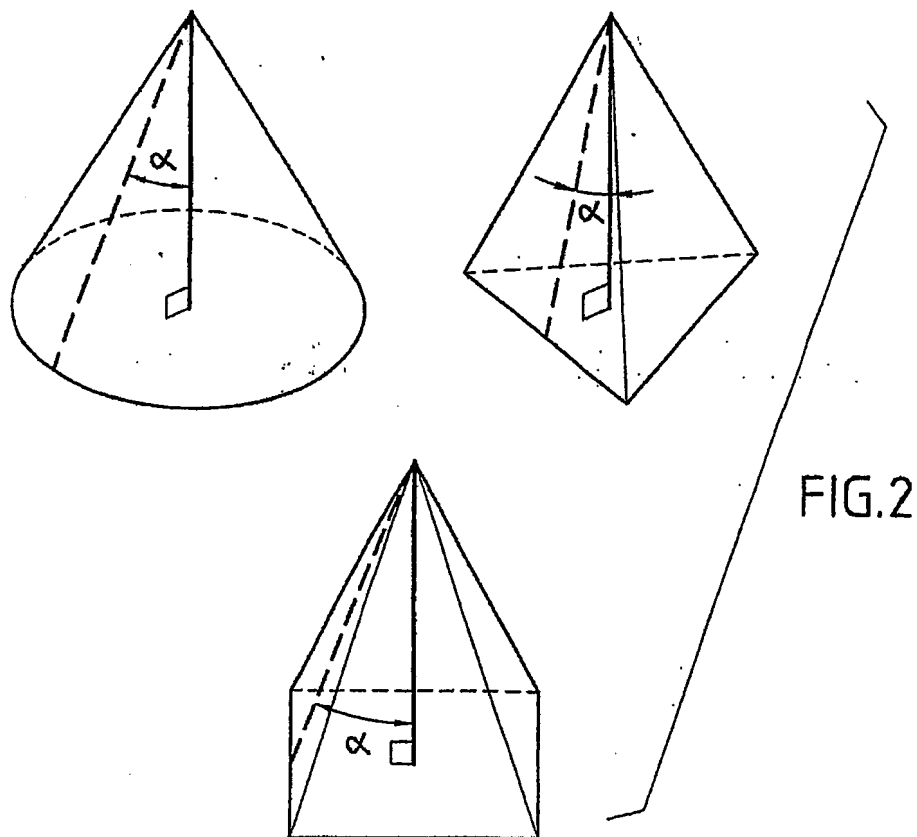


FIG. 2